

ANALISIS JUMLAH KLOROFIL DAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb DALAM JARINGAN DAUN AKIBAT PENCEMARAN LALU LINTAS

Lies Rahayu W.F *

ABSTRAK

Lalu-lintas yang padat dan industri menghasilkan polutan yang dapat mempengaruhi proses fisiologi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menaksir kandungan Pb, perubahan variasi jumlah klorofil dan b, dan perubahan struktur stomata pada tanaman jenis Sengon yang dikenai polutan dari kegiatan lalu-lintas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb di dalam tanaman Sengon yang sejak sebelum perlakuan memang sudah di atas ukuran normal (lebih dari 2 ppm) yaitu 4,5128 ppm, meningkat menjadi 5,7215 ppm setelah tanaman itu dicemari selama satu bulan. Proses fotosintesis tanaman itu terganggu. Hal ini ditunjukkan oleh adanya kenyataan bahwa jumlah Chlorophyll-a menurun dari 0,1463 mg/g menjadi 0,1420 mg/g, sementara jumlah Chlorophyll-b bertambah dua kali lipat dari 0,20076 mg/g menjadi 0,4783 mg/g. Struktur Stomata juga berubah menjadi lebih kecil, lebih pipih, dan kepadatannya menjadi berkurang.

Kesimpulannya adalah bahwa polusi udara dari kegiatan lalu-lintas di Yogyakarta telah mempengaruhi proses fisiologi tanaman Sengon. Informasi ini sekaligus menunjukkan bahwa pencemaran udara dari lalu-lintas di beberapa tempat di Yogyakarta telah cukup serius, dan kondisi ini harus dicegah agar lingkungan hidup di masa yang akan datang menjadi lebih baik.

THE ANALYSIS OF CHLOROPHYL NUMBER AND HEAVY METAL (Pb) CONTENT IN LEAF TISSUES EXPOSED TO TRAFFICS AIR POLLUTION

By
Lies Rahayu W.F. **

ABSTRACT

Heavy traffics and industrial plants cause air pollution, which affects physiological processes in plants. This study was conducted to assess the Pb contents, changes in chlorophyll-a and chlorophyll-b numbers, and the structure of stomata in sengon species exposed to traffic pollutants.

The results indicated that the heavy metal (Pb) content in sengon which already showed an above normal figures, i.e. more than 2 ppm

* Bidang Ilmu Kehutanan, Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada
** Forestry Studies, Post-Graduate Program, Gadjah Mada University

before treatments increased from 4.5128 ppm to 5.7215 ppm, after being treated for 1 month. The photosynthetic processes have been affected, which were demonstrated by the facts that the number of chlorophyll-a decreased from 0.1463 mg/g to 0.1420 mg/g, while the number of chlorophyll-b increased more than two fold from 0.20076 mg/g to 0.4783 mg/g. The structure of stomata was also affected, i.e. became smaller, flatter and less dense.

It was concluded that air pollution from motor vehicles exhausts in Yogyakarta has affected the physiological processes in sengon species. The data also indicated that at several locations in Yogyakarta, the pollution is so severe that measures should be taken in order to prevent the condition from becoming worse, so that the next generation will inherit cleaner air.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padatnya lalu lintas di jalan raya saat ini menandai meningkatnya dinamika masyarakat serta *income* per kapita. Namun di balik itu keberhasilan di satu pihak yang tanpa disadari atau diperhitungkan, menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Kendaraan bermotor sebagai produk teknologi dalam operasinya memerlukan bahan bakar minyak bumi (BBM). Timah, atau yang secara kimiawi dinyatakan dengan simbol Pb, merupakan polutan utama yang dihasilkan oleh aktivitas pembakaran BBM kendaraan bermotor, yang juga berbahaya bagi manusia. Pengamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta beberapa waktu yang lalu oleh PPLH UGM, (Anonim, 1992) Analisis abu pada tanaman melinjo yang dilakukan menunjukkan bahwa kandungan Pb-nya cukup tinggi. Untuk mengkaji pengaruhnya terhadap fungsi fisiologi tanaman, maka akan dilakukan pengamatan pengaruh polutan dari BBM tersebut lebih lanjut. Diduga polutan Pb yang tersebar di udara akan menempel pada permukaan daun, sehingga dapat menyebabkan gangguan fisiologi pada tanaman akibat kurang sempurnanya pembukaan stomata, serta masuknya polutan ke dalam jaringan daun mungkin mempengaruhi jumlah klorofilnya. Di antara jaringan yang ada di dalam tubuh tanaman, daun merupakan bagian yang paling kaya akan unsur-unsur kimia; dengan demikian kemungkinan akumulasi unsur Pb di dalam jaringan daun lebih besar. Di lain pihak, diketahui bahwa proses metabolisme tanaman bertumpu pada proses fotosintesis yang berlangsung di dalam jaringan daun. Adanya unsur Pb yang terakumulasi di dalam jaringan daun tersebut diperkirakan akan mempengaruhi tersedianya klorofil sebagai bagian tanaman yang sangat berperan bagi berlangsungnya proses fotosintesis.

Atas dasar pemikiran tersebut di atas, maka akan dilakukan analisis kandungan klorofil dalam kaitannya dengan kehadiran unsur Pb yang diduga banyak terdapat di dalam jaringan daun pada tanaman yang ditempatkan pada jalur lalu lintas yang padat.

B. Perumusan Masalah

Ketersediaan klorofil yang cukup bagi tanaman untuk menjamin berlangsungnya proses metabolisme tanaman yang bertumpu pada proses fotosintesis, mutlak diperlukan. Di lain pihak, semakin majunya pembangunan menuntut dinamika masyarakat yang lebih tinggi dan ini menyebabkan aktivitas manusia dalam menggunakan jasa jalan raya menjadi lebih banyak. Penggunaan BBM untuk menunjang aktivitas yang semakin besar itu menghasilkan polutan utama Pb, yang dapat diserap oleh jaringan tanaman bagian atas-terutama daun-sehingga akumulasi di dalam jaringan daun tersebut dapat mengganggu berlangsungnya proses metabolisme. Daun sebagai bagian dari tanaman yang memiliki kandungan unsur kimia paling banyak sudah barang tentu mempunyai kemungkinan besar untuk memiliki akumulasi unsur Pb di dalam jaringannya. Hadirnya unsur Pb yang terlalu banyak tentu saja mempunyai pengaruh, yang diduga juga mengganggu ketersediaan klorofil di dalam jaringan daun di samping juga akan mempengaruhi pembukaan stomata. Gangguan terhadap pembukaan stomata ini secara langsung akan mempengaruhi proses respirasi dan evapotranspirasi, sedangkan gangguan terhadap jumlah klorofil selanjutnya akan mempengaruhi berlangsungnya proses fotosintesis dan akhirnya akan mengganggu berlangsungnya proses metabolisme tumbuhan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fotosintesis

Pada dasarnya proses fotosintesis adalah penyerapan cahaya oleh pigmen yang menyebabkan aliran elektron, untuk diubah menjadi energi kimia (Mengel dan Kirby, 1987). Bentuk akhir energi yang terbentuk dari proses ini adalah ATP dan NADPH. Pada tanaman tingkat tinggi, perubahan energi ini merupakan tanggung jawab dua fotosistem, yaitu fotosistem I dan II. Kedua unit fotosintesis ini mengandung 400 molekul klorofil serta pigmen tambahan seperti karotin dan karotenoid. Fungsi pigmen ini adalah menyerap energi cahaya dan memindahkannya melalui getaran induksi kepada molekul klorofil-a, yang mempunyai fungsi unik di dalam fotosistem. Di dalam fotosistem I molekul klorofil-a dikenal sebagai pigmen 700 (=P.700), artinya memiliki absorpsi maksimum pada 700 nm. Energi cahaya diserap oleh karoten,

karotenoid, klorofil-b dan oleh molekul klorofil-a di dalam fotosistem I, di-transfer kepada P.700 sehingga menyebabkan pemancaran elektron. Sebagai elektron akseptor dalam proses ini adalah feredoksin. Fungsi fotosintesis II sama seperti fotosistem I. Dalam fotosistem yang kedua ini sebagai elektron emitornya juga klorofil-a, tetapi dalam kasus ini absorpsi maksimum pada 682 nm, dan sering dikenal dengan P.682. Sebagai elektron akseptor dalam fotosistem II adalah quencer (Q); yang diduga sebagai akseptor utama dari sistem II ini adalah *plastoquinone*.

Dalam hal ini klorofil patut mendapat perhatian khusus, karena hasil kerjanya memberi arti yang sangat dominan di permukaan bumi (Kramer dan Kozłowski, 1979), terutama dalam kaitannya dengan siklus energi yang diciptakan.

B. Hubungan antara tumbuhan dan nutrient dalam tanah

Pada dasarnya kandungan nutrisi di dalam tumbuhan mencerminkan ketersediaan nutrisi di dalam tanah (Mengel, dan Kirby, 1987). Lebih lanjut diterangkan bahwa kandungan unsur nutrisi yang paling banyak akan tersedia yang paling banyak pula di dalam tanah. Namun demikian memang tidak menutup kemungkinan bahwa faktor lingkungan juga mempengaruhi ketersediaan nutrisi di dalam tumbuhan.

Terdapat hubungan yang mendasar antara kandungan nutrisi tanaman dan pertumbuhan tanaman. Ketika kandungan nutrisi di dalam jaringan tanaman sangat rendah, kecepatan pertumbuhan menjadi sangat rendah, dan demikian sebaliknya. Evans (1982) menyatakan bahwa ada hubungan antara pertumbuhan tanaman dan kandungan nutrisi dalam tanah. Keterangan tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa semua unsur yang terkandung di dalam tanah dapat diserap oleh tanaman terlepas dari apakah unsur tersebut bersifat racun atau tidak.

C. Keracunan Tanaman

Tanaman yang ditanam di tempat padat industri atau padat lalu lintas akan mengandung banyak unsur logam berat seperti Cu, Cd, Hg, Pb, dan sebagainya (Evans, 1982). Kehadiran unsur ini dapat mempengaruhi perilaku fisiologi tanaman (Mengel dan Kirby 1987). Polusi udara telah diketahui mempengaruhi pertumbuhan tanaman sejak lebih dari 100 tahun yang lalu (Noggle dan Fritz, 1979). Selanjutnya dikatakan oleh Noggle dan Fritz bahwa polusi udara akibat aktivitas kendaraan bermotor mengandung timah dan boron dalam jumlah yang banyak, yang ditambahkan ke dalam BBM sebagai senyawa *antiknock* dan hal ini dapat menyebabkan efek terhadap pertumbuhan tanaman. Kemudian Kramer dan Kozłowski, (1979) berpendapat bahwa meningkatnya populasi manusia dan industri menyebabkan pertumbuhan

tanaman terhambat akibat substansi kontaminan dari udara, air, dan tanah. Substansi ini termasuk gas, asam, partikel, dan material radioaktif. Polusi udara dapat menghalangi beberapa sistem enzim dan proses metabolisme, dan efeknya terhadap tanaman tergantung dari konsentrasinya di dalam sel tanaman. Sebagian besar dari polusi udara menurunkan proses fotosintesis, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang disebabkan oleh hilangnya jaringan-jaringan untuk melakukan fotosintesis (misalnya pembengkakan daun, klorosis, nekrosis) dan oleh karena pembukaan stomata. Menurut Lagerwerff (1972, dalam Mengel dan Kirby, 1987), terdapat 80 % Pb di dalam atmosfer. Timah di dalam minyak terdapat dalam bentuk senyawa *tetra ethyl lead* dan senyawa ini dilepaskan melalui asap yang dalam bentuk partikel senyawa Pb. Sekitar 50 % dari senyawa ini jatuh di beberapa tempat sampai radius 100 meter dari jalan raya. Sisanya tersebar secara luas dalam biosfer. Daerah industri biasanya tercemar dengan Pb yang melayang di udara. Di Manchester diketahui terdapat 1000 ppm pada debu jalanan. Timah bersifat racun sebab mempengaruhi perilaku metabolisme dari Ca, serta menghalangi beberapa sistem enzim. Dari aspek tumbuhan sangat penting untuk diingat bahwa pencemaran Pb terutama berasal dari udara. Menurut Mengel dan Kirby (1987) kandungan Pb pada horison yang teratas sampai 3000 ppm. Efek racun dari Pb adalah mereduksi pertumbuhan tanaman. Dari hasil pengamatan di California, pada tempat dengan lalu lintas padat, diketahui terdapat 27 jenis tanaman yang mengandung Pb. Vegetasi di tepi jalan memiliki 50 ppm Pb, tetapi setelah 150 meter dari jalan raya kandungan Pb menjadi normal kembali (2 atau 3 ppm). Unsur Pb yang organik seperti *tetra-ethyl Pb*, *triethyl Pb*, dan *diethyl Pb* dan segala derivat dari Pb sangat mobil di dalam tanah dan dapat terserap tumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan Pb^{2+} . Dengan mempertinggi unsur Ca^{2+} akan meningkatkan kompetisi dengan Pb^{2+} untuk mengganti kedudukan di dalam, serta permukaan tanah.

III. TUJUAN PENELITIAN DAN HIPOTESIS

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menaksir kandungan logam berat terutama unsur Pb di dalam jaringan daun;
2. Untuk mengetahui perubahan variasi jumlah klorofil-a dan -b di dalam jaringan daun pada tanaman sampel yang diletakkan di jalur lalu lintas padat; dan
3. Untuk mengetahui perubahan lebar stomata pada tanaman yang terkena polutan lalu lintas.

B. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah:

1. Diduga ada akumulasi polutan dari aktivitas lalu lintas, terutama partikel Pb di dalam jaringan daun;
2. Diduga ada pengaruh polutan lalu lintas terhadap jumlah klorofil-a dan -b; dan
3. Diduga terjadi penyempitan stomata pada tanaman yang terkena polutan lalu lintas.

IV. METODE PENELITIAN

A. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel daun dilakukan pada tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang akan diperlukan sebagai berikut:

1. Anakan sengon sejak disemaikan telah dijaga agar terhindar dari pengaruh polusi udara, anakan ini akan diperlakukan sebagai kontrol.
2. Sebagian dari anakan dengan kriteria seperti pada nomor 1 tersebut kemudian diletakkan di tepi jalan raya yang padat lalu lintasnya, anakan tersebut ditempatkan di lapangan selama kurang lebih satu bulan.

B. Cara Kerja

1. Analisis kandungan Pb

Analisis dilakukan terhadap tanaman dengan kriteria seperti butir A-1 pada awalnya, sebulan kemudian dilanjutkan terhadap tanaman seperti yang diperlakukan dalam butir A-2 di atas. Untuk keperluan ini dilakukan analisis abu, dan pelaksanaannya akan dilakukan di laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta. Untuk masing-masing, kontrol dan perlakuan, mengingat keterbatasan waktu dan dana akan dibuat 2 kali ulangan.

2. Analisis kandungan klorofil

Analisis ini akan dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer yang terdapat di Laboratorium Biokimia Fakultas Biologi UGM. Untuk masing-masing, kontrol dan perlakuan, diharapkan dapat dibuat ulangan sebanyak 5 kali. Adapun cara kerja untuk menentukan kadar klorofil daun adalah sebagai berikut:

- a. ditimbang 1 gram daun, digerus dengan mortir sampai halus;
- b. dilarutkan dengan aseton 100 ml;
- c. disaring dengan kertas saring;

- d. larutan ditampung dalam labu erlenmeyer 100 ml dan ditutup dengan kertas timah;
 - e. larutan dimasukkan ke dalam spektrofotometer, diukur absorbansinya pada panjang gelombang 644 nm dan 663 nm;
 - f. konsentrasi klorofil-a dan -b dihitung dengan rumus:

$$\text{mg klorofil a/gram bahan} = 1,07 (\text{abs.633}) - 0,94 (\text{abs.644})$$

$$\text{mg klorofil b/gram bahan} = 1,77 (\text{abs.644}) - 0,28 (\text{abs.633})$$
3. Membuat preparat daun
 Preparat daun dibuat untuk mengetahui perubahan lebar stomata akibat pengaruh pencemaran udara. Untuk itu masing-masing, kontrol dan perlakuan, dibuat 5 preparat daun.
4. Analisis data
 Untuk menyelesaikan analisis data bagi data yang kuantitatif dilakukan dengan cara statistik.

V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan Polutan Pb dan Logam Berat lain

Analisis kandungan logam berat yang dilakukan memberikan informasi sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar Kandungan Beberapa Unsur Logam Berat di dalam Jaringan Daun

Parameter logam berat	Hasil analisis				Keterangan
	K		P		
	1	2	1	2	
1. Timbal (Pb)	4,4737	4,4552	5,0208	6,4222	dalam satuan K = kontrol P = perlakuan 1,2 = ulang
2. Tembaga (Cu)	13,1365	12,1650	14,5052	13,4994	
3. Kadmium (Cd)	0,3547	0,3501	0,3685	0,3637	
4. Nikel (Ni)	2,4232	2,7104	2,7104	2,6090	
5. Seng (Zn)	14,6069	14,5480	15,5413	15,3896	

Sumber: Data Primer

Di dalam pertumbuhannya, tanaman memerlukan unsur-unsur hara makro dan mikro. Beberapa jenis unsur logam yang termasuk dalam unsur mikro yang teranalisis (Tabel 1) adalah Zn dan Cu, sedangkan unsur Pb, Cd dan Ni keberadaannya di dalam jaringan tumbuhan karena pengaruh polutan.

Epstein (1972) mengemukakan konsentrasi elemen nutrisi yang secara normal terdapat pada tanaman adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Konsentrasi Elemen Nutrisi yang Secara Normal Terdapat di dalam Tanaman

Elemen	Simbol kimia	Konsentrasi dalam material kering	
		ppm	%
Molybdenum	Mo	0,1	
Copper	Cu	6	
Zinc	Zn	20	
Manganese	Mn	50	
Iron	Fe	100	
Boron	B	20	
Chlorine	Cl	100	
Sulfur	S		0,1
Phosphorus	P		0,2
Magnesium	Mg		0,2
Calcium	Ca		0,5
Potassium	K		1,0
Nitrogen	N		1,5
Oxygen	O		45
Carbon	C		45
Hydrogen	H		6

Sumber: Epstein, 1972

Dari Tabel 2 terlihat bahwa unsur mikro Cu dan Zn secara normal terdapat sebanyak 6 ppm dan 20 ppm, sedangkan dalam analisis diketahui masing-masing terdapat sebanyak 12,6507 ppm dan 14,5774 ppm sebelum perlakuan serta 14,6023 ppm dan 15,4654 ppm sesudah perlakuan. Rupanya memang sejak semula (sebelum perlakuan) kandungan Cu sudah melampaui ukuran normal, sedangkan untuk Zn masih tetap di bawah normal.

Sebagai unsur mikro, sebetulnya Cu ini hanya diperlukan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan akibat dari kelebihan Cu pada hakekatnya mempunyai akibat yang sama dengan pengaruh toksisitas aluminium, yaitu menurunkan pengambilan Ca, Mg, K, P, nitrat dan air (Fitter dan Hay, 1981). Unsur logam berat lain yang terdeteksi adalah Pb, Cd dan Ni. Hadirnya unsur-unsur ini memang telah dideteksi oleh Evans, (1982), Mengel dan Kirby, (1987) sebagai akibat dari lalu lintas yang padat dan aktivitas industri. Di samping itu Mengel dan Kirby menyatakan bahwa 80% Pb terdapat di atmosfer dalam bentuk senyawa *tetra ethyl lead* dan tersebar secara luas dalam biosfer. Senyawa ini bersifat sangat mobil di dalam tanah dan dapat terserap oleh tanaman dengan lebih cepat. Timah ini bersifat racun dan mempengaruhi metabolisme Ca serta menghalangi beberapa sistem enzim. Efek racun ini adalah mereduksi pertumbuhan tanaman.

Sifat akumulasi logam berat pada tanaman adalah *multiplying effect*, dengan demikian adanya polutan di udara yang terus-menerus akan terakumulasi di dalam tubuh tanaman, bahkan akan disalurkan sepanjang perjalanan rantai makanan. Kramer dan Kozlowski menyatakan bahwa sebagian besar polutan di udara menurunkan proses fotosintesis, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang disebabkan oleh hilangnya jaringan-jaringan untuk melakukan fotosintesis, misalnya pembengkakan daun, klorosis, nekrosis dan karena pembukaan stomata.

B. Kandungan Klorofil pada Daun

Klorofil layak mendapat perhatian khusus di dalam proses fotosintesis. Dalam hal ini klorofil berperan penting di dalam memisahkan aliran listrik, transpor elektron dan fotofosforilasi.

Klorofil, baik -a maupun -b merupakan pigmen yang penting di dalam tanaman. Klorofil-a mempunyai susunan senyawa kimia $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, sedang klorofil-b adalah $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Menurut Strain dan Svec (dalam Kramer dan Kozlowski, 1979) klorofil-a terdapat 2-3 kali lebih banyak daripada klorofil-b. Melalui analisis kandungan klorofil, didapatkan informasi sebagai berikut:

Tabel 3: Kandungan Klorofil-a pada Tanaman Sengon Kontrol dan Perlakuan

No.	Kandungan Klorofil-a		
	K	P	D
1.	0,1343	0,1409	0,0066
2.	0,1387	0,1552	0,0168
3.	0,1521	0,1677	0,0156
4.	0,1442	0,1217	-0,02255
5.	0,1622	0,1243	-0,0379

Sumber: Data Primer

Perlakuan selama satu bulan menunjukkan perubahan kandungan klorofil-a yang besarnya seperti pada Tabel 3 di atas (D). Kemudian melalui analisis regresi dapat dibuat model dan perubahan jumlah klorofil sebagai berikut:

$$Y = -2,0843 X_1 - 0,2091 X_2 = 0,4367$$

X_1 = kandungan klorofil pada kondisi awal.

X_2 = besarnya perubahan jumlah klorofil.

Y = kandungan klorofil sesudah perlakuan.

Dari persamaan matematis di atas diketahui bahwa bahwa kandungan klorofil cenderung menurun jumlahnya. Selanjutnya jumlah klorofil-b diketahui sebagai berikut.

**Tabel 4. Kandungan Klorofil-b pada Tanaman Sengon:
Kontrol dan Perlakuan**

No.	Kandungan Klorofil-b		
	K	P	D
1.	0,1807	0,5407	0,3600
2.	0,1824	0,4612	0,2788
3.	0,1820	0,4011	0,2191
4.	0,2421	0,5254	0,2833
5.	0,2166	0,4633	0,2467

Sumber: Data Primer

Ternyata dalam 1 bulan perlakuan, jumlah klorofil-b meningkat sampai dua kali atau lebih. Dalam proses fotosintesis, klorofil-b ini bersama-sama klorofil-a berperan di dalam membentuk ATP melalui *splitting* menambah air dan melepaskan elektron dengan energi tinggi dan O_2 (Crawley, 1989). Selanjutnya klorofil-a masih terus berperan dalam proses pembentukan NADPH. Energi ATP dan NADPH ini kemudian bercampur dengan molekul CO_2 di dalam asam fosfoglisarat dan direduksi menjadi fosfogliseraldehida. Akhirnya senyawa ini diubah ke dalam karbohidrat yang lebih kompleks seperti sukrose, pati, glukose, dan hemiselulose. Karbohidrat ini secara cepat diubah menjadi glukose, lipid, asam organik, dan asam amino (Kramer dan Kozlowski, 1979). Perubahan kandungan klorofil-b dijelaskan oleh persamaan regresi sebagai berikut.

$$Y = 0,9028 X_1 + 0,8587 X_2 + 0,0587$$

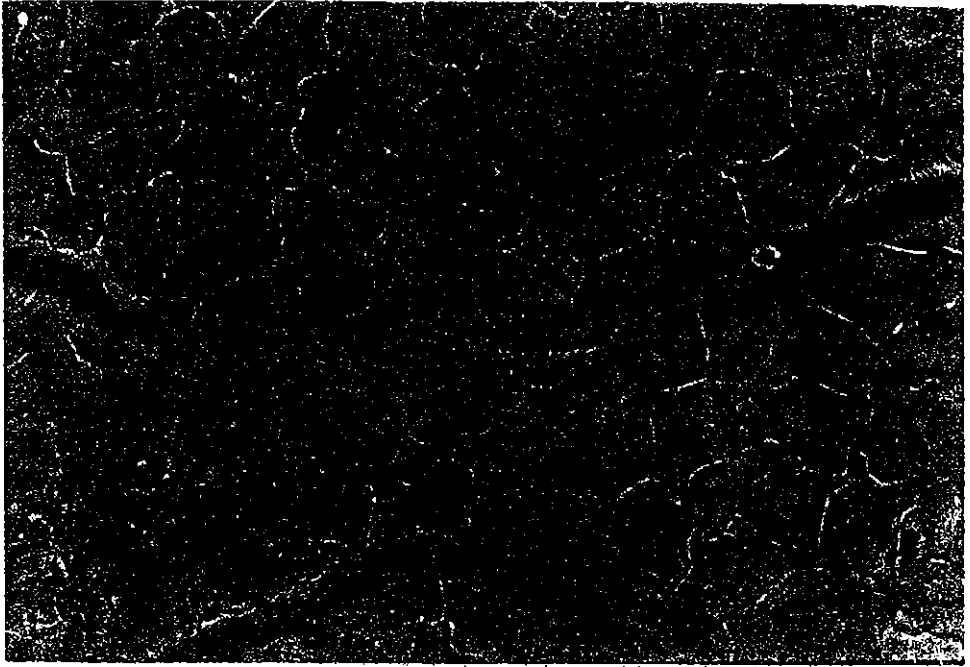
Melihat model matematis yang didapat, diketahui bahwa ada kecenderungan peningkatan jumlah klorofil -b yang jauh lebih besar dibandingkan dengan klorofil-a. Padahal Strain dan Svec (dalam Kramer dan Kozlowski, 1979) mengatakan bahwa jumlah klorofil-a adalah 2 - 3 kali lebih banyak daripada klorofil-b. Hal ini memang sebenarnya sesuai dengan peran klorofil-a yang lebih banyak, yaitu selalu tampil dalam proses fotosistem I dan II (Crawley, 1986). Untuk itu perlu dikaji lebih lanjut, apakah tanaman sengon ini mempunyai kondisi khas yang demikian, atau apakah karena pengaruh suatu unsur polutan tertentu dalam ikatan kimianya.

Terlihatnya gejala kandungan klorofil-a yang cenderung menurun dan kandungan klorofil-b yang cenderung meningkat, barang tentu mengkodisikan gejala yang kurang baik, karena pada akhirnya dapat menghambat produk fotosintesis yang menjadi tumpuan bagi kelangsungan hidup tanaman.

Di dalam melaksanakan proses fotosintesis, peranan stomata sangat esensial sebagai pintu masuknya CO_2 . Hadirnya polutan udara dapat mempengaruhi ukuran stomata (Kramer dan Kozlowski, 1979), yaitu menjadi lebih sempit, sehingga akan menghambat transpor bahan dari luar ke dalam dan sebaliknya. Kenampakan stomata dari preparat yang dibuat (Gambar 1 dan 2), dengan jelas dapat dilihat bahwa stomata pada tanaman kontrol berbentuk bulat, padat, dengan lobang mulut yang terbuka lebih lebar, sel-selnya tampak bersih, sedangkan pada tanaman setelah perlakuan tampak gejala penyempitan pada pembukaan stomatanya, dengan bentuk yang tampak tidak bulat, dan kurang padat lagi tetapi memipih.



Gambar 1. Stomata pada daun sengon sebelum diperlakukan.



Gambar 2. Kenampakan stomata daun sengon setelah diperlakukan di lapangan selama 1 bulan

Fungsi stomata yang paling penting adalah untuk memasukkan karbon-dioksida ke mesofil daun. Periode stomata membuka biasanya bersamaan waktu dengan keadaan yang merangsang fotosintesis. Normalnya, stomata kebanyakan spesies membuka dalam keadaan terang dan menutup dalam keadaan gelap (Fitter dan Hay, 1981). Pada tanaman yang tumbuh di daerah tercemar udaranya, adaptasinya yang mendukung asimilasi CO_2 juga cenderung merangsang pengambilan gas lain ke dalam mesofil daun. Dalam hal ini polutan utama telah ditemukan dapat menyebabkan perubahan dalam respon stomata, struktur kloroplas, fiksasi CO_2 dan sistem transpor elektron fotosintesis. Oleh karena itu tidak mengherankan kalau ditemukan bahwa dosis polusi udara jangka pendek menyebabkan cepatnya (tetapi reversibel) penekanan dalam laju fotosintesis.

Untuk tanaman yang dihadapkan kepada polutan jangka lama, pengurangan fotosintesis ini menyebabkan depresi nyata dalam akumulasi bahan kering, seringkali tanpa kerusakan yang tampak (Fitter dan Hay, 1981), dan biasanya penurunan hasil bahan kering secara normal berkaitan dengan berkurangnya komponen hasil (jumlah cabang muda dan daun, luas daun, dan sebagainya).

VI. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) peka terhadap pengaruh pencemaran lalu lintas, dengan indikasi sebagai berikut:

1. Kandungan Pb pada tanaman sengon terdapat dalam jumlah sebanyak dua kali dari jumlah normal pada tanaman kontrol (4,5128 ppm), dan meningkat lagi setelah perlakuan (5,7215 ppm), dibandingkan dengan kandungan normal 2 - 3 ppm. Dalam hal ini ada kecenderungan terus meningkatnya kandungan Pb dengan semakin lamanya waktu pencemaran.
2. Kandungan klorofil-a berjumlah lebih sedikit dibanding klorofil-b pada tanaman kontrol (klorofil-a = 0,1463 mg/g, sedangkan klorofil-b = 0,2007 mg/g), dan pada saat setelah perlakuan jumlah klorofil-a sedikit menurun (0,1420 mg/g), sedangkan klorofil-b meningkat sampai dua kali (0,4783 mg/g).
3. Stomata pada tanaman kontrol membuka lebih besar, padat, dan bentuknya bulat, sedangkan setelah perlakuan stomata menjadi lebih sempit, bentuknya memipih dan kurang padat.
4. Perlu diupayakan pemasukan unsur hara yang dapat menjadi kompetitor unsur logam berat dan toksik, misalnya Ca^{++} sebagai upaya mengurangi masuknya polutan ke dalam tanaman.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. Laporan Studi Evaluasi Lingkungan PT. Sibalec - Yogyakarta. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Crawley, M.J. 1989. *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. London.
- Epstein, E. 1972. *Mineral Nutrition of Plants. Principles and Perspectives*. Wiley International Edition, Inc. London.

- Evans, J. 1982. *Plantation Forestry In The Tropics*. Oxford Verbatim Limited. Hongkong.
- Fitter, A.H. dan Hay, R.K.M. 1981. *Environmental Physiology of Plants*. Academic Press, Inc. London.
- Kramer, P.J. dan Kozlowski, T.T. 1979. *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, Inc. Florida.
- Mengel, K. dan Kirby, E.A. 1987. *Principles Of Plant Nutrition*. International Potash Institute. Switzerland.
- Noggle, G.R. dan Fritz, G.J. 1979. *Introductory Plant Physiology*. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi.